

Inka Ruohomäki

KODISTA ÄLYKOTI

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kandidaatintyö
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Inka Ruohomäki: Kodista älykoti
Kandidaatin tutkielma
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
Toukokuu 2019

Tekniikan nopea kehitys 2000-luvulla on mahdollistanut älykotien synnyn. Tässä työssä älykoti määritellään rakennukseksi, joka toimii tietokone- ja älyteknologian avulla havainnoiden ympäristöään. Sen tarkoituksena on saavuttaa optimaalinen yhdistelmä käyttäjän mukavuutta ja vähäistä energiankulutusta. Lisäksi älykodin kaikki sähkölaitteet on yhdistetty niin, että ne voivat kommunikoida keskenään ja käyttäjän kanssa. Työn tarkoituksena on selvittää, miksi älykoteja kehitetään.

Arvot ovat tärkeinä pidettyjä asioita, joista ei haluta luopua. Arvot ohjaavat ihmistä ja ovat näin ihmisen kaiken toiminnan taustalla. Tässä työssä haetaan vastausta päätutkimuskysymykseen Schwartzin (2012) arvoteorian mukaisten ihmisten perusarvojen avulla ja selvitetään kuinka ne ovat vaikuttaneet älykotien kehitykseen.

Älykotien sisältämiä järjestelmiä ja laitteita esitellään niiden tuomien energiansäästöjen, turvallisuuden ja asumismukavuuden näkökulmasta. Nämä älykodin kolme tärkeintä ominaisuutta pohjautuvat myös Schwartzin arvoteorian mukaisiin ihmisen perusarvoihin.

Tämän työn tulokseksi saatiin, että älykotien syntyyn ovat vaikuttaneet ihmisten arvot eli tärkeänä pitämät asiat. Näitä ovat esimerkiksi ympäristö ja sen suojeleminen, yhteiskunnan turvallisuus, mukavuus ja kyky hallita ympäröiviä resursseja. Älykoteja ei olisi kuitenkaan syntynyt ilman sähkö-, materiaali- ja tietotekniikassa tapahtunutta kehitystä. Tämän seurauksena uutta kehitettyä tekniikkaa onkin haluttu tuoda sinne, missä ihminen voi sitä mahdollisimman paljon hyödyntää, eli koteihin.

Avainsanat: älykoti, arvot

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Kandidaatintyöseminaarissa ilmennyt aihe "digitaalisuus asumisessa" herätti mielenkiintoni ja ryhdyin miettimään mitä tämä aihe pitää sisällään. Pohdiskelun jälkeen päädyin älykotiteemaan ja aiheeseen tutustuessa mieleeni heräsi kysymys: miksi älykoteja on alun perin alettu kehittämään?

Työn kirjoittaminen lähti hyvin liikkeelle ja työ eteni tasaisesti koko kevään ajan. Kirjoittaminen oli itselleni välillä jopa haastavaa, sillä suomenkielisiä tieteellisiä julkaisuja on tästä aiheesta vain vähän. Työ onkin pääosin tehty kansainvälisiin tieteellisiin julkaisuihin viitaten.

Lopuksi haluan vielä kiittää työni ohjaajaa Jukka Puhtoa, jonka kommentteista ja ajatuksista oli paljon apua työtä tehdessä.

Tampereella, 22.5.2019

Inka Ruohomäki

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	1
1.3 Tutkimuksen rajaukset	2
2. ÄLYKOTIEN TAUSTA	3
2.1 Älykodin määrittely	3
2.2 Arvot älykotien taustalla	3
2.3 Älykotien kehityksen taustatekijät	4
3. ÄLYKODIN TAVOITTEET	6
4. ÄLYKODIN TEKNIikka	7
5. KODIN ÄLYKKÄÄT JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET	8
5.1 Energiansäästö	8
5.2 Turvallisuus	9
5.3 Asumismukavuus	10
6. ÄLYKOTIMARKKINAT	12
6.1 Kaupalliset yritykset	12
6.2 Laitteiden ääniohjausmarkkinat	12
7. ÄLYKOTIEN HAASTEET JA TULEVAISUUS	14
7.1 Älykotien haasteet	14
7.2 Älykotien tulevaisuudennäkymät	15
7.3 Älykodit Suomessa	15
8. YHTEENVETO	17
LÄHTEET	19

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Heräät aamulla herätyskellon soidessa ja tunnet tuoreen kahvin tuoksun. Kahvinkeitin on keittänyt sinulle kupin erityisen vahvaa kahvia, koska sängyn antureiden mukaan nukuית hieman huonosti. Kun poistut kotoasi aamulla, kotisi sammuttaa kaikki tarpeettomat sähkölaitteet ja laskee kodin lämpötilaa energiaa säästääkseen. Kotisi on jo oppinut elämänrytmisi ja osaa toimia sen mukaan. Sitä paitsi älypuhelimesi kalenterin mukaan olet menossa pelaamaan tennistä suoraan töiden jälkeen, joten tänään kotisi voi säästää energiaa muutaman tunnin ylimääräistä. (Sjöberg 2015)

Arvot ohjaavat ihmisen kaikkea toimintaa, joten Sjöbergin (2015) kuvailema tilanne saattaa jo pian olla arkipäivää. Arvot edistävät hyvää elämää, eli tuovat siihen jotain sellaista, mitä voidaan pitää yleispätevästi hyvänä. (Purjo 2014, s. 40) Schwartzin arvoteorian mukaan arvot voidaan jakaa kymmeneen universaaliin arvotyyppiin, jotka ovat itseohjautuvuus, virikkeisyys, mielihyvä, suoriutuminen, valta, turvallisuus, yhdenmukaisuus, hyväntahtoisuus, perinteet ja universalismi (Schwartz 2012, s. 5–7). Ajan kuluessa nämä ihmisen perusarvot pysyvät samoina, mutta niiden merkitys voi muuttua. Tämä käyttäjän muuttuva arvomaailma asettaa jatkuvasti uusia vaatimuksia ja tavoitteita kodin suhteen, joihin älykotien avulla pyritään vastaamaan.

RIL 267-2015 (2015, s. 3, 12) pääkirjoittaja Rantalan mukaan 2000-luvulla tapahtunut harppaus sähkö-, tieto- ja materiaalitekniikan kehityksessä on mahdollistanut myös rakennus- ja kiinteistöalan kehittymisen älykkäämpään suuntaan. Kehityksen taustalla on yhteiskunnallisia, teknisiä ja taloudellisia tekijöitä, joiden takia ja joiden avulla koteihin lisätään älykkyyttä. Tämä käyttäjälähtöinen, käyttäjän tarpeita paremmin palveleva rakentaminen on kiinteistöalan uusi merkittävä kehitystrendi.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää miksi älykodit ovat kehittyneet sellaiseksi kuin ne ovat ja mikä merkitys älykodilla on sen käyttäjälle. Samalla tutustutaan älykotien sisältämään teknologiaan.

Tutkimuksen pääkysymys on

Miksi älykoteja kehitetään?

Tutkimuksen alakysymykset ovat

Miten ihmisten arvot näkyvät älykotien kehityksessä?

Mikä merkitys älykodin tekniikalla on sen käyttäjälle?

Mitä eri teknologioita älykodeista voi löytää?

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksen pääkysymykseen haetaan vastausta ihmisten universaalien arvojen avulla. Nämä arvot rajataan tutkija Shalom H. Schwartzin esittämän arvoteorian kymmeneen arvoon (Schwartz 2012, s. 5–7).

Älykotien osalta työn ulkopuolelle rajataan älykkäät rakenteet ja rakennusosat. Tässä työssä keskitytään käsittelemään kodin älykkäitä taloteknisiä osajärjestelmiä ja laitteita niiden mahdollistaman energiansäästön, turvallisuuden, viihteen ja mukavuuden näkökulmasta. Teknologiaa käsitellään esimerkkien avulla käytännön tasolla, eikä laitteiden tekniseen toimintaan syvennytä lyhyttä esittelyä tarkemmin. Lisäksi käsitellään älykotimarkkinoita sekä älykotien tulevaisuutta ja niiden suosiota Suomessa.

2. ÄLYKOTIEN TAUSTA

2.1 Älykodin määrittely

Älykoti on kuin ihminen. Se näkee, kuulee, tuntee ja tunnistaa esimerkiksi liikkeen, valon, lämmön ja äänen. Samalla se havainnoi ympäristöään ja reagoi siihen tuottaen tietoa ja tiedottaen siitä. Älykäs rakennus lisää käyttäjänsä arjen sujuvuutta, mukavuutta, energiatehokkuutta ja turvallisuutta. Älykkään rakennuksen laatuominaisuuksia ovat eko- ja energiatehokkuus, terveellisyys, tilojen monipuolinen käyttö ja muunneltavuus, turvallisuus, käyttäjien mukavuus, toimintojen tehokkuus sekä korkean teknologian käyttö. (RIL 267-2015, s. 13–14)

Tässä työssä älykoti määritellään Rosslinin ja Thai-hoonin sekä Wangin et al. (2012) tutkimusten mukaan. Älykoti on rakennus, joka toimii tietokone- ja älyteknologian avulla. Sen tarkoituksena on saavuttaa optimaalinen yhdistelmä käyttäjän mukavuutta ja vähäistä energiankulutusta. (Wang et al. 2012) Älykoti yhdistää kaikki kodin sähkölaitteet niin, että ne voivat kommunikoida keskenään ja käyttäjän kanssa. Yleisimpiä järjestelmiä ovat valaistukseen, kodin turvallisuuteen, viihteeseen, lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja ilmastointiin liittyvät systeemit. Laitteiden ohjaus tapahtuu käyttäjän toimesta ääniohjauksen, kauko-ohjaimen tai paikallisen ohjauspaneelin avulla. (Rosslin & Thai-hoon 2010)

2.2 Arvot älykotien taustalla

Arvot ovat hyvinä ja tärkeinä pidettyjä ominaisuuksia, joista ihminen ei halua luopua. Purjon (2014) mukaan arvot ohjaavat ihmisen tekemiä valintoja ja ovat näin ihmisen kaiken toiminnan taustalla. Ne ovat jotain objektiivista, ajasta ja ihmisistä riippumatonta sekä ikuisesti pätevää (Purjo 2014 s. 11, 40). Arvot viittaavat toivottuihin tavoitteisiin ja motivoivat toimimaan niiden mukaan, jolloin arvojen avulla voidaan selittää eri kulttuuriryhmien, yhteiskuntien ja yksilöiden käytöstä ja asenteita (Schwartz 2012).

Tutkija Shalom H. Schwartzin arvoteorian mukaan arvot voidaan jakaa kymmeneen universaaliin arvotyyppiin, jotka määritellään myös tässä työssä esiintyviksi ihmisen perusarvoiksi. Ihmisen perusarvot ovat itseohjautuvuus, virikkeisyys, mielihyvä, suoriutuminen, valta, turvallisuus, yhdenmukaisuus, hyväntahtoisuus, perinteet ja universalismi. Ensimmäisellä arvolla, *itseohjautuvuudella*, tarkoitetaan ihmisen

itsenäistä ajattelua ja toimintojen valitsemista. Lisäksi ihminen on älykäs, luova ja utelias tutkimaan ja kehittämään asioita. Ihminen haluaa myös asettaa itselleen tavoitteita saavutettaviksi. *Virikkeisyyden* kautta ihminen hakee elämäänsä jännitystä ja nautintoa uusien asioiden ja haasteiden kautta. *Mielihyvää* tavoitellaankin kaikin keinoin, koska elämä halutaan pitää mielekkäänä ja siitä halutaan nauttia. *Valta*-arvossa on kyse ihmisen halusta hallita ympärillä olevia resursseja sekä muita ihmisiä. *Turvallisuudella* tarkoitetaan yhteiskunnan ja ihmisen itsensä turvallisuutta ja elämän vakautta, jota pidetään hyvän elämän perusvaatimuksena. *Universalismilla* viitataan ihmisten ja luonnon hyvinvointiin liittyviin asioihin. Tämä tarkoittaa luonnon ja ihmisten terveyden arvostamista ja halua suojella ja parantaa niitä. (Schwartz 2012, s 5–7)

Nämä perusarvot ohjaavat ihmisten kaikkea toimintaa ja asettavat jatkuvasti uusia tavoitteita elämänlaadulle ja elintasolle. Tämä näkyy myös asuinrakentamisessa, kun perinteinen koti ei enää riitä vaan koteja on kehitettävä tavoitteiden saavuttamiseksi.

2.3 Älykotien kehityksen taustatekijät

Jo 1930-luvun Amerikassa esiteltiin automatisoituja ylellisiä asuntoja, jotka mahdollistavat rentoutumisen ja hemmottelun. (Gram-Hanssen & Darby 2018) Energiatehokkaista älyrakennuksista alettiin puhumaan kuitenkin vasta 80-luvulla, jolloin älykäs rakennus oli vain kokoelma innovatiivisia teknologioita (Wong et al. 2005; RIL 267-2015, s. 15). Vuosikymmeniä kestänyt kehitys on johtanut tämänhetkisiin käyttäjälähtöisiin ja ympäristöä havainnoiviin älykoteihin. Älykotien kehityksen ja yleistymisen taustalla on ihmisten perusarvoihin pohjautuvia yhteiskunnallisia, teknisiä ja taloudellisia tekijöitä (RIL 267-2015, s. 12).

Kestävän kehityksen periaatteiden noudattaminen kuuluu yhteiskunnallisiin tekijöihin. Rakennuksilta vaaditaan entistä enemmän energiatehokkuutta ja vähäpäästöisyyttä. Lisäksi käyttäjiä kehoitetaan valitsemaan uusiutuva energiamuoto. (RIL 267-2015, s. 12) Kaupunkien tiivistymistä kutsutaan kaupungistumiseksi. Esimerkiksi Lahtisen (2017) mukaan Suomen kaupunkimaisilla alueilla asuu tällä hetkellä noin 69 % väestöstä, minkä seurauksena asuntoja rakennetaan pääosin näihin kasvukeskuksiin. Tämä kaupunkien väkimäärän kasvu luo omalta osaltaan edellytyksiä korkean teknologian järjestelmien käyttöön (RIL 267-2015, s. 12).

Tieto-, sähkö-, rakenne- ja materiaaliteknologiat ovat tehneet nopean kehityksen 2000-luvun aikana. Internetin kehittyminen sen nykyiselle tasolle on mahdollistanut

langattomien laitteiden ja tieto- ja viestintäteknologian kehityksen, kun taas nano-, materiaali- ja sensortechnologiat ovat tehneet älykkäät rakenteet mahdolliseksi. (Balta-Ozkan et al. 2013; RIL 267-2015, s. 12)

Pellervon taloustutkimus PTT:n (2018) tekemän asumiskulututkimuksen mukaan suomalaisten asumismenot kasvavat vuosina 2018–2020 keskimäärin arviolta 2,1 % joka vuosi. Rakennuksilta halutaankin yhä pienempiä energia-, käyttö-, huolto-, kunnossapito- ja muutuskustannuksia. Myös taloteknisten järjestelmien toimintakyvyn säilymistä ja muunneltavuutta arvostetaan. Tällöin puhutaan älykotien kehitykseen vaikuttavista taloudellisista tekijöistä. (RIL 267-2015, s. 12)

3. ÄLYKODIN TAVOITTEET

Älykodilla voidaan ajatella olevan kaksi tehtävää, joista ensimmäinen liittyy käyttäjän ja toinen yhteiskunnan tarpeisiin. Älykoti täyttää käyttäjän tarpeet kotinsa mukavuuden, turvallisuuden, viihtyvyyden, muokattavuuden, taloudellisuuden ja energiatehokkuuden suhteen. Samaan aikaan se myös vastaa yhteiskunnan asettamiin tarpeisiin tukemalla kestävästä kehitystä muun muassa eko- ja energiatehokkuuden kautta. (RIL-267-2015, s. 3)

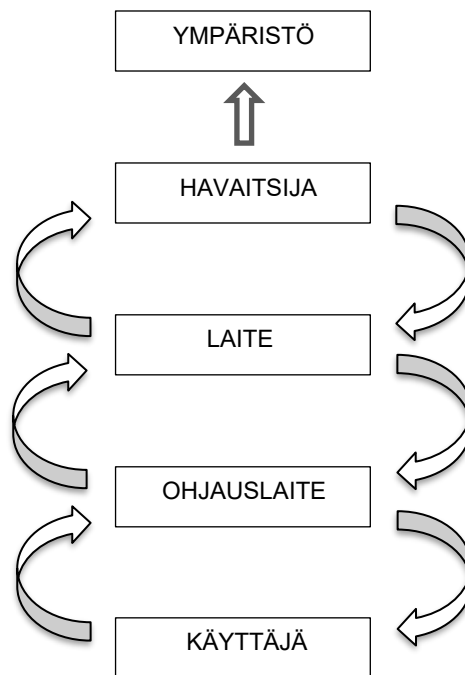
Mukavuus ja viihtyisyys lisääntyvät jo pelkästään sillä, kun kodin toimintoja tapahtuu automaattisesti, mutta kuitenkin juuri silloin ja sillä tavalla, kun käyttäjä itse haluaa. Laitteiden kauko-ohjaus ja säädettävyyden ovatkin ratkaisevassa asemassa, kun puhutaan älykodin tuomasta mukavuudesta. Mukavuutta lisää myös turvallisuuden tunne. Koti on asukkaansa henkilökohtainen ja turvallisena pidetty paikka, jota halutaan suojella tunkeilijoilta. Kodin ja sen asukkaan turvaaminen tehostuu, kun tavallisiin lukkoihin, palohälyttimiin ja kodinkoneisiin lisätään älyä.

Kestävästä kehityksestä kuulee puhuttavan kaikkialla. Se on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa toimintaa, jonka tavoitteena on säilyttää maapallo niin, että eläminen on mahdollista siellä vielä tulevillekin sukupolville. Kestävän kehityksen katsotaan koostuvan ekologisesta, taloudellisesta, sosiaalisesta ja kulttuurisesta kestävydestä. (Ympäristöministeriö 2017)

Yksi älykodin laatuvaatimuksista on sen eko- ja energiatehokkuus. Ympäristöministeriön mukaan ekotehokkaalla kodilla tarkoitetaan taloa, joka tuottaa asukkaalleen mahdollisimman paljon hyötyä, aiheuttaen samalla mahdollisimman vähän ympäristökuormitusta. Käytännössä tämä tarkoittaa kodin yleistä toimivuutta ja viihtyisyyttä, sekä edullisia ylläpito- ja huoltokustannuksia. (Ympäristöministeriö 2016) Lisäksi energiatehokas koti vähentää kasvihuonepäästöjä ja käyttää energiaa niin tehokkaasti, että sen ominaiskulutus pienenee (Energiavirasto 2019).

4. ÄLYKODIN TEKNIikka

Älykodin tekniikan muodostavat anturit, monitorit, liitännät ja laitteet, jotka ovat kaikki kytketty yhteen paikallisen ohjauksen tai kauko-ohjauksen mahdollistamiseksi (Cook 2012, Wilson et al. 2017 mukaan). Havaittajan eli anturin tehtävä on havaita ja mitata ympäristötekijöitä, kuten lämpötilaa, valoa, liikettä ja kosteutta. Mittausdata siirtyy laitteelle, joka toimii käyttäjän asettamien parametrien mukaisesti. Lisäksi käyttäjä voi lukea dataa monitorilta eli ohjauslaitteelta ja muokata saadun tiedon perusteella laitteiden asetuksia. Laitteiden ja järjestelmien ohjaaminen tapahtuu esimerkiksi älypuhelimien, tabletin, tietokoneen tai erillisen seinään kiinnitettävän ohjauspaneelin avulla (Wilson et al. 2017; kuva 1). Mukana kannettavan ohjauslaitteen etu on siinä, että kodin toimintoja voi tarpeen tullen säätää myös kodin ulkopuolelta.



Kuva 1. Käyttäjälähtöisen älykodin toimintaperiaate.

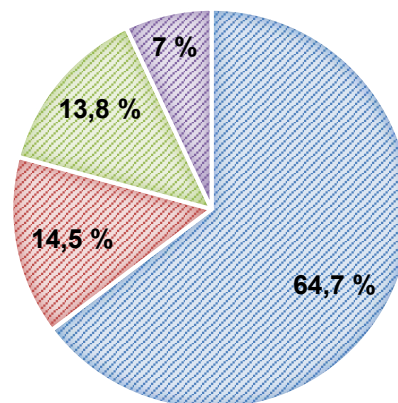
5. KODIN ÄLYKKÄÄT JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET

5.1 Energiansäästö

Vuonna 2016 rakennusten energiankulutus oli Euroopassa jopa 25,7 % koko vuoden kulutuksesta (Eurostat Statistics Explained 2019b). Vuosittain eniten energiaa kuluu asuinrakennuksissa niiden lämmitykseen. Lämmityksen energiankulutus on Euroopassa yli puolet asuinrakennusten kokonaisenergiankulutuksesta. Toiseksi eniten energiaa kuluu veden lämmitykseen ja kolmanneksi valaistukseen ja muihin kodin laitteisiin. Muun kulutuksen osuus on 7 % kokonaisenergiankulutuksesta. Tämä pitää sisällään esimerkiksi ruoanlaittoon ja tilojen viilentämiseen kulutetun energian. (Eurostat Statistics Explained 2019a; kuva 2)

ASUINRAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS EUROOPASSA

■ Tilojen lämmitys ■ Lämmin vesi ■ Valaistus ja laitteet ■ Muu kulutus



Kuva 2. *Energiankulutuksen jakautuminen asuinrakennuksissa (Eurostat Statistics Explained 2019a).*

Lähtökohtaisesti energiankulutusta kannattaa vähentää sieltä, missä sen kulutus on suurinta. Gaon et al. (2017) mukaan älykkään lämmitysjärjestelmän avulla käyttäjä voi itse määrittää halutun lämpötilan kodissaan ja säästää näin energiaa. Älypuhelimien avulla asukas voi poissa ollessaan laskea kotinsa lämpötilaa ja palatessaan säätää lämmitystä suuremmalle. Toisaalta järjestelmä havainnoi myös ulkona vallitsevaa säätä, jolloin lämpötilanohjaus voi tapahtua myös sen perusteella. (Gao et al. 2017) Lämpötilan

sujuva ohjausmahdollisuus lisää kodin mukavuutta ja säästää energiaa, kun lämpöä säädetään jatkuvasti todellisen tarpeen mukaan. Mukavuutta lisää myös järjestelmän kyky ennakoida säätä. Lämmitysjärjestelmä voi hyödyntää internetin kautta saatavia sääennusteita, jolloin järjestelmä osaa ennakoida kodin lämpötilan säätämistä. (Seppälä 2008) Älykkäiden järjestelmien yksi olennainen ominaisuus on ympäristön havainnointi. Gaon et al. (2017) mukaan lämmitysjärjestelmä kerää tietoa ympäristöstään analysoiden ja verraten sitä aikaisemmin kerättyyn dataan. Järjestelmä voi käyttää kerättyä tietoa automaattisessa lämmönohjaamisessa ja samalla käyttäjä pystyy seuraamaan lämmitykseen kohdistuvaa energiankulutusta.

Jopa 13,8 % Euroopan asuinrakennuksissa kulutetusta sähköstä kuluu valaistukseen (Eurostat Statistics Explained 2019a). Kun valonlähde vaihdetaan tehokkaampaan ja siihen lisätään älyä, voisi valaistuksen sähkönkulutus pudota jopa neljännekseen (RIL 267-2015 2015, s. 3). Walkia -verkkosivun mukaan koko älyvalaistuksen idea syntyi, kun pohdittiin keinoja säästää energiaa (Walkia 2019).

Älyvalaistuksen tarkoitus on tuottaa valoa oikea määrä, oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan. Valaistusjärjestelmä tunnistaa päivänvalon, jolloin se automaattisesti joko sammuttaa tai himmentää asunnon valaistusta säästääkseen energiaa (Rubinstein et al. 1993). Älyvalaistusjärjestelmä havaitsee myös liikkeen. Valot syttyvät, kun tilassa havaitaan liikettä ja vastaavasti kun liikettä ei enää tunnisteta, valot sammuvat käyttäjän asettaman ajan kuluttua. Lisäksi käyttäjä pystyy hallitsemaan jokaista yksittäistä valaisinta hallintaohjelman avulla. Tämä hallintajärjestelmä on yhteydessä internetiin, josta se voi hakea esimerkiksi paikkakohtaiset auringon nousu- ja laskuajat valaistuksen ohjausta varten. Järjestelmällä voi olla myös kyky oppia käyttäjänsä arkirytmien. Anturit keräävät dataa käyttäjän valaistustottumuksista, minkä perusteella älyvalaistusjärjestelmä osaa tehdä ennusteen ja säätää valaistusta sen mukaan. (RIL 267-2015 2015, s. 50–51)

5.2 Turvallisuus

Yksi Schwartzin arvoteorian mukainen ihmisen perusarvo on turvallisuus. Älykäs paloturvallisuusjärjestelmä tekee kodista turvallisemman kuin tavallinen palohälytin. Järjestelmä valvoo kodin kaikkia tiloja tulipalon tai liian korkean hiilimonoksiditason varalta. Hätätilanteessa järjestelmä osaa ilmoittaa onnettomuudesta asukkaalle, hälyttää palokunnan ja avata ulko-oven lukituksen mahdollista nopean poistumisen. Älytekniikan avulla tulipalon sijainti rakennuksessa voidaan paikallistaa ja tieto

voidaan välittää pelastuslaitokselle pelastustoimien helpottamiseksi. (Nicks 2009, Rosslin & Thai-hoon 2010 mukaan) Paloturvallisuutta lisäävät myös keittiön älykkään lieden ominaisuudet. Turvallisuuden tunne lisääntyy, kun asukas voi puhelinsovelluksen avulla tarkistaa onko liesi varmasti pois päältä ja tarvittaessa myös säätää lieden asetuksia (Home Connect).

Älykoti suojaa asukkaita ja heidän omaisuuttaan myös tunkeilijoilta. Nicks (2009) mukaan ovien lukitus voi toimia henkilökohtaisten koodien, liiketunnistimen ja kameroiden avulla, jotka tunnistavat kodin asukkaat ja päästävät vain heidät sisään. Jos turvalaitteet eivät tunnista rakennukseen pyrkivää, älykästurvajärjestelmä lähettää sen hallitsijalle ilmoituksen epätavallisesta vierailijasta. (katso Rosslin & Thai-hoon 2010)

Älyteknologia tekee myös ikääntyvien ihmisten elämästä turvallisempaa. Asunnossa on helppo liikkua mihin vuorokaudenaikaan tahansa, kun valot syttyvät liiketunnistimien ansiosta itsestään päälle (RIL 267-2015 2015, s. 50). Lisäksi lattiaan asennettavat anturit tunnistavat ihmisen painon ja toiminnan. Lattia pystyy tunnistamaan epätavallisen liikkeen, kuten kaatumisen, jolloin järjestelmä osaa hälyttää kaatuneelle apua. (Jiang et al. 2004) Teknologian ansiosta myös esimerkiksi yksin elävät vanhukset voivat asua omassa kodissa pidempään.

5.3 Asumismukavuus

Kodin taloteknisten järjestelmien lisäksi älytekniikkaa on tuotu myös kodinkoneisiin. Vuonna 1999 Kevin Ashton puhui ensi kertaa esineiden internetistä (Internet of Things, IoT). Tällä uudella termillä tarkoitetaan internetverkon laajentumista laitteisiin ja koneisiin. (Ashton 2010) Älykkäät laitteet nostavat kodin arvoa, lisäävät viihtyisyyttä ja tekevät arjen toiminnoista mielekkäämpiä.

Älyllä varustetut kodinkoneet kuten jääkaapit ja pyykinpesukoneet kommunikoivat käyttäjänsä kanssa lisäten mukavuutta ja sujuvuutta arkeen. Älykäs jääkaappi voi tunnistaa vanhentuneet tai vanhenemassa olevat ruoka-aineet ja ehdottaa asukkaalle reseptejä, joissa näitä pian vanhenevia raaka-aineita voisi hyödyntää. Jääkaappi oppii tunnistamaan myös useimmiten ostetut ruoka-aineet, jolloin se osaa lähettää puuttuvista ruoka-aineista listan asukkaalle tämän ollessa ruokaostoksilla. (Bucci et al. 2010) Lisäksi jääkaappi osaa ilmoittaa käyttäjälleen, jos siinä on jokin vika tai jos sen ovi on jäänyt auki (Blasco et al. 2014).

Keittiön älykästä uunia voidaan myös ohjata puhelinsovelluksen avulla. Uunille voidaan lähettää tieto valmistettavasta ruuasta etukäteen, jolloin uuni osaa mukauttaa asetuksensa reseptin mukaisiksi oikeaan aikaan. Tämän jälkeen älyuunin käyttäjä saa vastavuoroisesti ilmoituksen, kun ruoka on valmis tarjottavaksi. Lisäksi älyllä varustettu uuni osaa myös puhdistaa itse itsensä. (Siemens)

Älytekniikkaa on tuotu myös helpottamaan kodinhoitoa. Pesuhuoneeseen saatavilla olevat älypyykinpesukoneet osaavat ilmoittaa, kun pesuohjelma on päättynyt tai jos kone on hajonnut. Ne myös auttavat pesuaineen annostelussa ja oikean pesuohjelman valitsemisessa. Älykäs pesukone osaa myös ilmoittaa, jos koneeseen on laitettu tekstiilejä, joita ei tulisi pestä keskenään. (Blasco et al. 2014)

Älykodin tekniikan avulla voidaan ennalta ehkäistä myös vesivahinkoja. Lattian alle on mahdollista asentaa kosteusantureita, jotka ilmoittavat käyttäjälleen havaitusta kosteusvauriosta jo ennen vesivahinkoa (Aulasmaa 2017). Kun vesivahinko huomataan juuri sen syntyessä, se ei ehdi leviä ja sen korjaaminen on helpompaa ja kustannukset alhaisemmat. RIL 267-2015 (2015, s. 45) mukaan älykkäässä kodissa voi olla myös vedenkulutuksen seurantajärjestelmä. Järjestelmä mittaa kulutetun veden määrää, ja havaitsee, jos kulutus on normaalia suurempaa. Tällaisessa tilanteessa järjestelmä sulkee vedentulon ja minimoi näin vesivuodosta aiheutuvat vauriot.

6. ÄLYKOTIMARKKINAT

6.1 Kaupalliset yritykset

Älytekniikka kehittyy jatkuvasti ja suuret kaupalliset yritykset ja teknologiajätit, kuten Google, Amazon ja Apple ovat myös kehittäneet omat tuotteensa älykkään kodin luomiseksi. Yritykset ovat lisänneet älyä esimerkiksi kodin viihdelaitteisiin kuten televisioon ja kaiuttimiin, pistorasioihin, valaistukseen ja kodin turvallisuutta lisääviin laitteisiin. Näiden laitteiden ohjaaminen tapahtuu kunkin yrityksen oman puhelimeen ladattavan sovelluksen tai hiljattain markkinoille tulleen ääniohjattavan kaiuttimen avulla. (Amazon 2019; Gigantti 2019a)

Laitteista ja järjestelmistä on kehitetty käyttäjäystävällisempiä ja yksinkertaisempia ääniohjauksen avulla, mikä on johtanut suurimpaan kilpailuun tunnettujen teknologia yritysten välillä. Markkinoille on ilmestynyt erilaisia ääniohjattavia kaiuttimia, joille annetaan käskyjä puhumalla. Puheohjattavalla kaiuttimella voidaan esimerkiksi säätää kodin älyjärjestelmiä, kuunnella musiikkia ja tiedustella tulevien päivien sääennusteita. Lisäksi kaiutinta voidaan pyytää lukemaan esimerkiksi päivän uutiset tai edellisen päivän urheilutulokset. (Jackson & Orebaugh 2018).

6.2 Laitteiden ääniohjausmarkkinat

Puhe on ihmiselle luontainen tapa kommunikoida. Ääniohjauksen ansiosta muuta tekemistä ei tarvitse keskeyttää, kun valaistuksen säätöä ei tarvitse tehdä edes puhelinsovelluksen kautta. Erityisesti liikuntarajoitteiset ja vanhuksat voivat hyötyä ääniohjauksesta, kun jokaisen laitteen luokse ei tarvitse erikseen liikkua käyttääkseen sitä.

Vuonna 2014 Amazon-yritys julkaisi ensimmäisenä Echo -nimisen älykaiuttimen, joka on varustettu Alexa-assistentilla. Amazonilla onkin suurin osuus, noin 70 % Amerikan ääniohjausmarkkinoista. (Gigantti 2019c) Yrityksen uusin älykaiutinmalli on Echo Dot ja sen ominaisuuksien avulla voidaan parantaa kodin viihtyisyyttä. Älykaiutin herätetään sanomalla "Alexa", jonka jälkeen sille voi esittää kysymyksiä ja käskyjä. Alexaa voi pyytää soittamaan musiikkia, jolloin se hakee internetin kautta pyydetyn kappaleen esimerkiksi Amazon Musicista tai Spotifysta. Kaiutinta voi pyytää myös luomaan ostoslistan tai herättämään aamulla töihin. Amazon Echo Dotin avulla voi myös ohjata

esimerkiksi kodin valaistusta, lämmitystä tai yksittäistä laitetta, jos ne ovat yhteensopivia kaiuttimen kanssa. (Amazon 2019)

Amazonin tavoin myös Google on lanseerannut kilpailevan Google Home -nimisen tuotesarjan, johon kuuluu kolme eri kokoista älykaiutinta ja Google Home Hub -älynäyttö. Google Home tuotteissa on sisäänrakennettu ja äänellä ohjattava Google Assistentti, joka käynnistetään lausumalla ”Hei Google”. Älykaiuttimien toimintaperiaate on sama kuin Amazonin vastaavilla tuotteilla, mutta tieto haetaan internetistä ainoastaan Google hakupalvelun kautta. Tuoteperheen älynäyttö lisää informaatiota, kun kysytty tieto saadaan myös visuaaliseen muotoon. Käyttäjä voi kysyä Google Assistentilta esimerkiksi ruokaohjeita, jotka ilmestyvät älynäytölle luettavaksi tai katsoa pyydetyn musiikin musiikkivideota. (Gigantti 2019a)

Kolmas suuri ääniohjausta hyödyntävä yritys jätti on Apple, joka julkaisi ääniohjattavan HomePod kaiuttimen Amazonin ja Googlen jälkeen vuonna 2017 (Mobiili.fi 2017). Kaiuttimella on kilpailijoidensa kanssa samat ominaisuudet ja sen ohjaus tapahtuu Siri-assistentin avulla. Apple on käyttänyt ääniohjausta aiemmin muissakin laitteissaan, kuten kannettavissa tietokoneissa, matkapuhelimissa ja Apple TV:ssä. Älykodin toimintoja kuten valaistusta, ilmanvaihtoa ja lämmitystä voidaan ohjata Amazonin kaiuttimen tavoin myös Googlen ja Applen laitteilla, kunhan järjestelmät ja laitteet ovat yhteensopivia. (Apple 2019 & Gigantti 2019a)

7. ÄLYKOTIEN HAASTEET JA TULEVAISUUS

7.1 Älykotien haasteet

Älykodin tuomien lukuisten hyötyjen lisäksi järjestelmät tuovat mukanaan myös teknisiä, taloudellisia ja henkisiä haasteita. Haasteita syntyy muun muassa asukkaan kyberturvallisuuteen, järjestelmien kustannuksiin sekä ihmisten asenteisiin ja ennakkoluuloihin liittyen. (RIL 267-2015 2015, s. 27)

Yksi keskeinen tekninen haaste on järjestelmien yhteensovittaminen, sillä järjestelmien yhteensopivuus on yksi tärkeimmistä asioista älykodin toimivuuden kannalta. (Riteska et al. 2017) Tällä hetkellä kaikki markkinoilla olevat älykkäät järjestelmät eivät kuitenkaan ole täysin yhteensopivia. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kaikkia laitteita pystytä ohjaamaan yhden sovelluksen kautta. (Gigantti 2019b)

Älykoti ei olisi mahdollinen ilman laajaa tietojenkäsittelyä ja järjestelmien yhdistämistä laitteisiin. Laitteet ovat kuitenkin yhteydessä internetiin, mikä antaa hakkereille uuden väylän uhata älykodissa asuvan turvallisuutta ja yksityisyyttä. (Mocrii et al. 2018) Älykotikeskusteluissa nouseekin usein esille tietojärjestelmien kyberturvallisuus. Tämä voidaan nähdä älykotien yleistymisen kannalta haasteena. Uusi teknologia ja sen haavoittuvuus pelottaa ja teknologian hyödyistä ollaan skeptisiä.

Älyjärjestelmien osoittaminen kannattavaksi on yksi taloudellisista haasteista, johon pyritään vastaamaan laskelmien avulla. Älykkyyden vaatimaa hintaa verrataan sen tuomaan energiansäästöön sekä lisäarvoon ja laatuun kodissa. Lisäksi älyjärjestelmien huolto- ja ylläpitokustannukset sekä teknologian nopea kehitys aiheuttavat haasteita, kun laitteita on tekniikan kehittyessä päivitettävä uudempiin versioihin yhteensopivuuden säilyttämiseksi. (RIL 267-2015 2015, s. 27)

Älykodin tuomia haasteita ja riskejä on kaiken kaikkiaan vaikea arvioida, koska tekniikka on uutta eikä aikaisempaa vertailukohdetta tai kokemusta ole. RIL-267-2015 (2015 s. 28) mukaan haasteihin vastataan muun muassa hyvän tuotekehityksen, suunnittelun ja yhteisien standardien avulla. Käyttäjien negatiivisia asenteita ja uuden teknologian pelkoa pyritään hillitsemään riittävällä informaatiolla ja järjestelmien käyttökoulutuksella.

7.2 Älykotien tulevaisuudennäkymät

Energiatehokkuuden parantaminen asumisessa on yksi Euroopan unionin (EU) keino hillitä ilmastonmuutosta. EU:n tavoitteena on, että energiatehokkuus paranee vuoteen 2020 mennessä ainakin 20 % ja vuoteen 2030 mennessä ainakin 27 %. Näihin tavoitteisiin pyritään EU:n jäsenmaissa lakien avulla. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU)

Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU (2012) pitää sisällään keinoja, joilla vuosien 2020 ja 2030 tavoitteisiin päästään. Esimerkiksi uusiutuvan energian käyttö ja sen tuoton ja jakelun kehittäminen sekä rakennusten ja palveluiden energiatehokkuuden parantaminen ovat tärkeitä keinoja tavoitteisiin pääsemiseksi. Direktiivin mukaan rakennukset ovat ratkaisevassa asemassa kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU)

Vuoden 2021 alussa tulee voimaan EU-direktiivi, joka muuttaa myös Suomen maankäyttö- ja rakennuslakia (Rakennusteollisuus). Direktiivin mukaan uusien rakennettavien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU). Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 16 luvun ja 115a pykälässä nollaenergiatalolla tarkoitetaan rakennusta, jolla on erittäin korkea energiatehokkuus. Lisäksi tällaisen rakennuksen erittäin vähäinen energia tulee uusiutuvista energianlähteistä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999) Älykotien älykkäät järjestelmät ovat yksi konkreettinen tapa tämän nollaenergiatavoitteen saavuttamiseksi, minkä vuoksi näiden tavoitteiden tavoittelun voidaan odottaa vaikuttavan positiivisesti myös älykotien suosioon.

7.3 Älykodit Suomessa

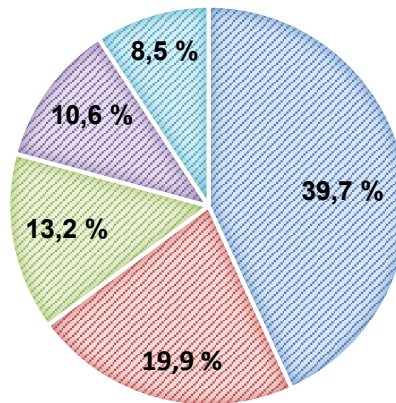
Vain harvoissa suomalaisissa kodeissa on vielä älykodinkoneita. Siemens-kodinkoneiden teettämän pohjoismaisen kyselytutkimuksen mukaan vain 13 % suomalaisista ohjaa kodinlaitteitaan puhelimen tai tabletin avulla. Ruotsissa luku on 26,8 % ja Tanskassa 25,75 % eli yli neljännes väestöstä. (STT Info 2016)

Tällä hetkellä suomalaiset käyttävät eniten etäohjausta musiikkilaitteisiin, turvallisuusjärjestelmiin, lämmitykseen, valaistukseen ja pyykinpesuun (kuva 3). Siemensin kyselyn mukaan pyykinpesukonetta etäohjataan tällä hetkellä vähiten, mutta samaan aikaan sen etäohjausta toivotaan kotiin eniten. Pyykinpesukoneen lisäksi

suomalaiset toivovat pystyvänsä etäohjata myös uunia, kahvinkeitintä, astianpesukonetta ja jääkaappia. (STT Info 2016)

ÄLYLAITTEIDEN ETÄOHJAUS SUOMESSA

■ Musiikkilaitteet ■ Turvallisuusjärjestelmä ■ Lämmitys ■ Valaistus ■ Pyykinpesu/kuivauslaitteet



Kuva 3. Älylaitteiden etäohjauksen käytön jakautuminen Suomessa (STT Info 2016).

Suomalaiset ovat huolellisia laitteiden käyttäjiä, eikä esimerkiksi pyykinpesukonetta jätetä valvomatta. Tämän seurauksena suomalaiset pitävätkin eri kodinkoneiden valvontatoimintoja tärkeimpänä syynä käyttää älylaitteita ja -sovelluksia. Toiseksi suurin syy on kyselyn mukaan ajansäästö kotitöissä. Älykodit tuovat mukanaan myös haasteita, jotka huolettavat suomalaisia. Suurin huolenaihe on kyselyn mukaan kodin turvallisuus, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiden tulipalovaaraa tai muuta vahinkoa kuten kyberturvallisuutta. (STT Info 2016)

8. YHTEENVETO

Arvot ohjaavat ihmisen kaikkea toimintaa. Arvot ovat asioita, joista ei haluta luopua, ja tämän vuoksi ihminen kehittää keinoja säilyttääkseen itselleen tärkeät asiat ympäröivän maailman muuttuessa.

Universalismia pidetään yleisesti tärkeänä arvona eli ympäristöstä huolehditaan ja sitä suojellaan. Rakennettavilta rakennuksilta vaaditaan yhä enenevässä määrin nollaenergiatasoa, eli erittäin korkeaa energiatehokkuutta. Käytännössä tämä nähdään kestävästä kehitystä tukevan tekniikan kehittämisenä, joka on osaltaan johtanut älytekniikan syntyyn. Älytekniikan avulla voidaan minimoida energiankulutus ja rakennuksen käyttökustannukset sekä säästää näin maapallon resursseja.

Ihmisen ja yhteiskunnan *turvallisuutta* pidetään tärkeänä. Koti on paikka, jossa ihmisen tulisi voida levätä, harrastaa, seurustella ja viihtyä turvallisesti. Ympäröivän maailman kehittyessä myös tarpeet kodin turvaamiselle muuttuvat, minkä vuoksi tekniikkaa kehitetään jatkuvasti turvallisuuden säilyttämiseksi. Tämä kehitys on johtanut älykkäiden turvajärjestelmien syntyyn ja ne mahdollistavatkin kodin täydellisen turvallisuuden valvonnan.

Ihminen tulee aina olemaan *mukavuudenhaluinen*. Kotona halutaan viihtyä ja viettää aikaa. Lisäksi kotityöt halutaan hoitaa mahdollisimman vaivattomasti, jotta aikaa jäisi nautiskeluun ja rentoutumiseen. Kaikki älykodin järjestelmät ja laitteet tuovat asumiseen mukavuutta jo pelkästään sillä, että ne toimivat käyttäjän oman tahdon mukaan. Mukavuutta lisäävät myös pienenevät energiakustannukset ja turvallisuuden tunne.

Schwartzin arvoteorian mukaiset arvot *valta* ja *itseohjautuvuus* näkyvät myös älykodeissa. Ihmisellä on halu hallita ympäröiviä resursseja, mikä on osaltaan vaikuttanut älykotien syntyyn. Asukas pystyy säätämään älykodin taloteknisiä järjestelmiä haluamallaan tavalla ja tehdä tällä tavoin kodistaan juuri itselleen sopivan. Laitteiden hallitseminen on tehty asukkaalle helpoksi ja se on mielekästä. Lisäksi järjestelmien hallitsemisen koetaan tuovan arkeen luksusta ja kodille arvoa.

Vaikka arvot ohjaavatkin ihmisten toimintaa, älykodit eivät olisi mahdollisia ilman tekniikan kehitystä. 2000-luvun nopea kehitys tieto-, sähkö-, rakenne- ja

materiaalitekologioissa ovat mahdollistaneet älykotien synnyn. Ilman internetin kehitystä sen nykyiselle tasolle, ei älykodin tärkeä ominaisuus eli kommunikointi eri järjestelmien välillä tai käyttäjän kanssa olisi mahdollista. Koti on myös paikka, jossa ihminen viettää suuren osan ajastaan ja sen sisällä tapahtuvat toiminnot ovat elämän perusta. Uutta kehitettyä tekniikkaa onkin haluttu tuoda sinne, missä ihminen voi sitä mahdollisimman paljon hyödyntää.

LÄHTEET

Abloy (2018). Uuden ajan älylukko – Yale Doorman. Verkkosivu saatavissa (viitattu 13.4.2019) <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/tuotteet/ratkaisut/yale-doorman/>

Amazon (2019). Echo Dot (3rd Gen) - Smart speaker with Alexa – Charcoal. Verkkosivu saatavissa (viitattu 29.4.2019) https://www.amazon.com/dp/B0792KTHKJ/ref=fs_ods_aucc_dt

Apple (2019). Käytä Siriä kaikilla Apple-laitteillasi. Verkkosivu saatavissa (viitattu 29.4.2019) <https://support.apple.com/fi-fi/HT204389#apple-tv>

Ashton, K. (2010). That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal, 1 p.

Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M. & Whitmarsh, L. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. Energy Policy, Vol. 63, pp. 363–374.

Berghäll, L. (2012). Taloautomaatio ohjaa kodin laitteita – Älykäs koti helpottaa elämää. Anna. Saatavissa (viitattu 10.2.2019) <https://anna.fi/lifestyle/koti-ja-sisustus/taloautomaatio-ohjaa-kodin-laitteita-alykas-koti-helpottaa-elamaa>

Blasco, R., Marco, Á., Casas, R., Cirujano, D. & Picking, R. (2014) A Smart Kitchen for Ambient Assisted Living. Sensors, Vol. 14, pp. 1629–1653.

Bucci, M., Calefato, C., Colombetti, S., Milani, M. & Montanari, R. (2010) Fridge Fridge on the Wall: what Can I Cook for Us All? An HMI study for an intelligent fridge.

Energiavirasto (2019). Energiatehokkuus. Verkkosivu saatavissa (viitattu 3.3.2019) <https://www.energiavirasto.fi/energiatehokkuus>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta (2010). Euroopan unionin virallinen lehti. L153/13. Saatavissa (viitattu 21.4.2019) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FI:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/27/EU energiatehokkuudesta, direktiivien 2009/125/EY ja 2010/30/EU muuttamisesta sekä direktiivien 2004/8/EY ja 2006/32/EY kumoamisesta (2012). Euroopan unionin virallinen lehti. L 315/1. Saatavissa (viitattu 21.4.2019) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:FI:PDF>

Eurostat Statistics Explained (2019a). Energy consumption in households. Verkkosivu saatavissa (viitattu 13.4.2019) https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_consumption_in_households

Eurostat Statistics Explained (2019b). Energy statistics – an overview. Verkkosivu saatavissa (viitattu 13.4.2019) https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption

Gao, L., Cui, X., Ni, J., Lei, W., Huang, T., Bai, C. & Yang, J. (2017). Technologies in Smart District Heating System. Energy Procedia, Vol. 142, pp. 1829–1834.

Gigantti (2019a). Google Home -tuotteet. Verkkosivu saatavissa (29.4.2019) <https://www.gigantti.fi/cms/google-home/google-home-home-mini-ja-max-seka-home-hub/>

Gigantti (2019b). Mitkä älylaitteet toimivat parhaiten yhdessä? Verkkosivu saatavissa (viitattu 14.3.2019) <https://www.gigantti.fi/cms/yhdessa-toimivat-alylaitteet/mitka-alylaitteet-toimivat-parhaiten-yhdessa/>

Gigantti (2019c). Ääniohjaus - teknologia, jonka aika on tullut. Verkkosivu saatavissa (viitattu 29.4.2019) <https://www.gigantti.fi/cms/aaniohjaus/aaniohjaus-teknologia-jonka-aika-on-tullut/>

Gram-Hanssen, K. & Darby, S.J. (2018). "Home is where the smart is"? Evaluating smart home research and approaches against the concept of home. *Energy Research & Social Science*, Vol. 37, pp. 94–101.

Home Connect. Ruoanvalmistus ja leivonta Home Connect -sovelluksen avulla. Verkkosivu saatavissa (viitattu 3.3.2019) https://www.home-connect.com/fi/fi/30_connected_household/ruoanvalmistus-leivonta/keittotaso

Jackson, C. & Orebaugh, A. (2018) A study of security and privacy issues associated with the Amazon Echo. *Internet of Things and Cyber-Assurance*, Vol. 1, No. 1, pp. 91–100.

Jiang, L., Liu, D.Y & Yang, B. (2004). Smart home research. *Proceedings of the 3rd International Conference on Machine Learning and Cybernetics*. IEEE, pp. 659–663.

Lahtinen, J. (2017). Asuntotuotanto ei vastaa tulevaisuuden tavoitteisiin. *Tieto & Trendit*. Saatavissa (viitattu 23.3.2019) <http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2017/asuntotuotanto-ei-vastaa-tulevaisuuden-tavoitteisiin/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). L 16.12.2016/132. Saatavissa (viitattu 21.4.2019) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161151>

Mobiili.fi (2017) Apple julkisti uutuustuotteensa: HomePod-kotikaiutin lupaa älyä ja laadukasta ääntä. Verkkosivu saatavissa (29.4.2019) <https://mobiili.fi/2017/06/05/apple-speaker/>

Mocrii, D., Chen, Y. & Musilek, P. (2018). IoT-based smart homes: A review of system architecture, software, communications, privacy and security. *Internet of Things*, Vol. 1–2, pp. 81–98

Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, Vol. 40, pp. 395.

PTT (2018). Asumismenot 2018, Kiinteistöliitto. Saatavissa (viitattu 23.3.2019) <https://www.kiinteistoliitto.fi/media/3071/asumismenot2018nettipaivitys.pdf>

Purjo, T. (2014). Arvot ovat ihmisen toiminnan perusta. Tampere University Press, 134 s.

Rakennusteollisuus. Lähes nollaenergiarakennus. Verkkosivu saatavissa (viitattu 21.4.2019) <https://www.rakennusteollisuus.fi/Rakennusteollisuus-RT/Rakentamisen->

kehittäminen/Tutkimushankkeita-rakentamisen-energiatohokkuudesta/Lahe-
nollaenergiatalo-nZEB/

RIL 267-2015 (2015). Käyttäjälähtöinen älyrakennus – suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 248 s.

Risteska Stojkoska, B.L. & Trivodaliev, K.V. (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 140, pp. 1454–1464.

Rosslin, J. R. & Thai-hoon, K. (2010). A Review on Security in Smart Home Development. *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 15, February, 2010.

Rubinstein, F., Siminovitch, M. & Verderber, R. (1993). Fifty percent energy savings with automatic lighting controls. *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 29.

Schwartz, S. H. (2012). An Overview of the Schwartz Theory of Basic Values. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2(1), 20 p. Saatavissa (viitattu 18.3.2019) <https://doi.org/10.9707/2307-0919.1116>

Siemens. Uunit. Verkkosivu saatavissa (viitattu 18.4.2019) <https://www.siemens-home.bsh-group.com/fi/kodinkoneet/uunit-keittotasot-ja-liesituulettimet/uunit>

Seppälä, J. (2008). Sääennuste ohjaa talon lämmitystä. *Tekniikka ja talous*. Saatavissa (viitattu 17.3.2019) <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/2008-02-26/S%C3%A4%C3%A4ennuste-ohjaa-talon-l%C3%A4mmityst%C3%A4-3301606.html>

Sjöberg, R. (2015). Älykoti muuttaa asumista lähitulevaisuudessa. *Kiinteistömaailma*. Saatavissa (viitattu 23.2.2019) <https://www.kiinteistomaailma.fi/pohtimassa/%C3%A4lykoti-muuttaa-asumista-l%C3%A4hitulevaisuudessa>

STT Info (2016). Siemens. Kyselytutkimus: Lähes 70 prosenttia suomalaisista jää kotiin valvomaan käynnissä olevia kodinkoneita – laitteiden etäohjaus kiinnostaa. Verkkosivu saatavissa (viitattu 21.4.2019) <https://www.sttinfo.fi/tiedote/kyselytutkimus-lahes-70-prosenttia-suomalaisista-jaa-kotiin-valvomaan-kaynnissa-olevia-kodinkoneita-laitteiden-etahjaus-kiinnostaa?publisherId=39987886&releasId=53547197>

Walkia (2019). Älykäs- tai älyvalaistus on nykyaikaa. Verkkosivu saatavissa (viitattu 4.3.2019) <https://www.walkia.fi/blogi/alyvalaistus>

Wang, Z., Wang, L., Dounis, A.I. & Yang, R. (2012). Integration of plug-in hybrid electric vehicles into energy and comfort management for smart building. *Energy and Buildings*, Vol. 47, pp. 260–266.

Wilson, C., Hargreaves, T. & Hauxwell-Baldwin, R. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy*, Vol. 103, pp. 72–83.

Wong, J.K.W., Li, H. & Wang, S.W. (2005). Intelligent building research: a review. *Automation in Construction*, Vol. 14, pp. 143–159.

Ympäristöministeriö (2016). Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus, päivitetty 3.11.2016. Saatavissa (viitattu 3.3.2019) https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus

Ympäristöministeriö (2017). Mitä on kestävä kehitys?, päivitetty 26.6.2017. Saatavissa
(viitattu 3.3.2019) http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys#Ekologinen%20kest%C3%A4vyys